

**Rapport de mission
au Mozambique
du 31 mars au 10 avril 2008**

**Appui technique à l’Instituto do
Algodão de Moçambique (I.A.M.)**

Dominique Dessauw
Délégation à la valorisation
pour l’UR Systèmes de Culture annuels
CIRAD

INTRODUCTION

Remerciements

Tous mes remerciements vont au personnel de l'IAM qui a organisé ma mission dont le déroulement est irréprochable, ainsi que les chercheurs coton de l'IIAM et les responsable et chercheurs de l'ISPG qui nous ont fait visiter leurs essais et avec qui nous avons eu des discussions très intéressantes.

Cadre des missions et termes de référence

La mission s'insère dans le cadre du montage d'un projet d'appui à la recherche cotonnière qui doit être proposé à financement courant 2008 et qui impliquera l'IAM, l'IIAM, l'ISPG, les entreprises cotonnières et le Cirad.

L'objectif immédiat était de visiter les parcelles de purification des rétrocroisements impliquant les variétés CA324, F135 et CA235 améliorées pour la pilosité mises en place par l'IIAM à Namialo et l'ISPG à Chókwè, d'expliquer le protocole de 3 générations d'autofécondation et la manière de réaliser les récoltes et les observations post-récoltes.

Le deuxième objectif de la mission était de discuter avec les partenaires du montage du futur projet, en particulier des aspects de génétique, de formation et de multiplication de semences.

1. SITUATION DE LA CULTURE ET DE LA RECHERCHE COTONNIÈRES AU MOZAMBIQUE

D'après l'Institut mozambicain du coton (Instituto do algodão de Moçambique ou IAM) le cotonnier est cultivé par environ 300 000 familles pour une valeur de 650 millions de Meticais (1 euro = 38 MZM). Le commerce du coton (multiplication et fourniture des semences, achat coton-graine, égrenage, exportation) est assuré par une dizaine d'entreprises privées qui ont reçues une concession de la part de l'Etat mozambicain et dont la plus importante est *Plexus* dans le Cabo Delgado (ex *Lomaco*) avec laquelle le Cirad a eu un projet de développement financé par l'AFD entre 1996 et 2000. CNA détenue par le groupe Dagris avec laquelle le Cirad a eu une petite coopération jusqu'en 2005 est la quatrième entreprise mozambicaine.

Les entreprises sont réunies au sein de l'Association des Entreprises Cotonnières présidée par J. Sigrist, DG de CNA. Les producteurs sont réunis au sein de l'Association Mozambicaine des Producteurs de Coton dont la création est récente et le poids politique encore faible.

Les variétés vulgarisées sont CA 324 (Provinces de Cabo Delgado, Namialo (Namapa), Nissa et Zambezia), STAM 42 (Centre avec CNA) et ISA 205 (Zambezia) qui sont des co-obtentions du Cirad, Chureza (Tete et Zambezia) et Albar SZ-9314 (Tete) du Zimbabwe.

Ci-dessous est donné le panorama variétal de la campagne 2005/06. Les variétés co-obtentions du Cirad dominent avec un rendement moyen supérieur pour Stam 42 et CA 324, variété que nous avons recommandée à l'issue du projet Montepuez et qui fait l'objet du travail de backcross pour l'amélioration de la pilosité (sa seule véritable faiblesse avec en plus, un micronaire un peu élevé dans certaines conditions), ce qui lui donnera une résistance aux jassides équivalente à celle des variétés locales.

Variétés	Surface couverte		Production CG t	Rendement CG kg/ha
	ha	%		
CA 324	100 959	47	67 326	667
ISA 205	8 098	4	3 786	468
STAM 42	15 506	7	15 062	971
Remu 40	71 916	34	29 895	416
Albar SZ-9314	7 775	4	2 326	299
Chureza	7 830	4	3 892	497
Total	212 084	100	122 287	577

Malheureusement, le rendement moyen n'est que légèrement supérieur à 500 kg/ha de coton-graine. La zone de production de CNA est celle qui obtient le meilleur rendement avec un peu moins d'une tonne par ha. On peut légitimement se demander pourquoi la variété Albar est encore cultivée avec un rendement moyen inférieur à 300 kg/ha.

La loi mozambicaine autorise maintenant les essais de variétés transgéniques mais pas encore leur vulgarisation. Un comité de biosécurité a été créé sous la responsabilité du Ministère des sciences et de la technologie.

La production de coton-graine dépassait les 120 000 tonnes lors des deux dernières campagnes (2006 et 2007). Les petits producteurs représentent plus de 90 % de la production. Les groupements de producteurs ainsi que les gros

producteurs indépendants ne représentent chacun que 5% de la production. La production en régie par les entreprises a pratiquement disparu. Cabo Delgado et Nampula sont les deux provinces les plus importantes avec environ le tiers de la production chacune.

18 usines d'égrenage sont en activité dont seulement 2 sont récentes.

Les exportations de fibre ont représenté quelques 44 millions US\$ en 2006. Les principaux clients sont asiatiques (pour 73 % des exportations dont Chine et Indonésie plus de 50%), européens (5%) et africains (22%). Les exportations de graines représentent 3,5 millions US\$.

Pour la campagne actuelle (2007/08) l'IAM évalue que le cotonnier est cultivé sur 180 000 hectares. Le prix d'achat aux producteurs sera fixé par le gouvernement après la tenue d'une réunion de concertation entre l'IAM, les entreprises et les producteurs le 9 avril. Le prix indicatif a été fixé en début de campagne à 6 Meticaïs par kilogramme de coton-graine, contre 5,3 Meticaïs payés lors de la campagne précédente pour le premier choix (et 3,7 Meticaïs pour le second choix).

L'Instituto de Investigação Agrária de Mozambique (IIAM) est chargé de la recherche cotonnière. D'après ce que nous avons pu observer à Namialo lors de la visite des essais de génétique, la situation ne s'est pas améliorée depuis la fin des années quatre-vingt dix. Les variétés testées sont toutes mélangées génétiquement. On ne reconnaît même plus certaines variétés Cirad. Une variété américaine nectariless n'avait aucun plant nectariless (comme la variété glandless GL7 ne possédait aucun plant glandless dans les essais de fin 1990).

Le programme de « sélection » comprend :

- ✚ un test de variétés Cirad, Albar du Zimbabwe et TAM ou Tamcot du Texas (Joaquim Mutaliano, responsable du Centro de Investigação e multiplicação de sementes de algodão de Namialo, CIMSAN, a effectué son master à la Texas A&M University avec Wayne Smith, sélectionneur internationalement reconnu) ;
- ✚ une collection de variétés nationales ou exotiques. Un certain nombre de variétés sont d'origine inconnue et il est donc impossible de connaître leurs caractéristiques et de déterminer si elles ressemblent encore un peu à la variété originale ;
- ✚ une purification des variétés selon la couleur du pollen (qui ne présente aucun intérêt puisque le mélange de pollen crème et jaune est seulement

un indicateur que les variétés sont mélangées mais les autres critères sont aussi mélangés et la sélection sur le seul critère de couleur de pollen ne permettra pas de purifier les variétés) ;

- ✚ quelques croisements entre Albar FK902 parent mâle et ISA 205, IRMA 1243, CA 324, CA 222, CA 151 (toutes co-obtentions du Cirad) et OR 27 d'origine inconnue. J'ai posé la question de savoir si les chercheurs voyaient une différence entre CA 151 et ISA 205. La réponse a été qu'il y avait beaucoup de différences (ce qui était vrai au champ). Malheureusement c'est strictement la même variété sous 2 noms synonymes ! Cela donne un bon exemple de l'état de la recherche cotonnière ;
- ✚ quelques backcross réalisés à l'envers (croisement de la F1 par le donneur) et du coup les croisements sont passés en sélection simple de plantes ;
- ✚ et enfin des multiplications de semences « pures » (nous n'avons pas visité ces parcelles) de variétés Albar en parcelles « isolées ».

2. LA CRÉATION DE VARIÉTÉS PILEUSES

Lors du projet Lomaco-Montepuez financé par l'AFD entre 1996 et 2000, les tests variétaux avaient mis en évidence la supériorité de plusieurs co-obtentions du Cirad dont CA 324 et F 135 sur la variété cultivée Remu 40. Cette dernière était une variété ancienne complètement impure génétiquement et donc très hétérogène. De plus sa productivité et sa qualité de fibre ainsi que son rendement fibre à l'égrenage étaient d'un niveau assez bas (sauf pour la colorimétrie de la fibre). Les variétés CA 324 et F 135 ont été données sans contrepartie par le Cirad au secteur cotonnier mozambicain, comme résultat du projet financé par l'AFD.

Le principal défaut des variétés proposées par le Cirad était leur pilosité foliaire inférieure à celle de la Remu 40 ce qui entraînait une plus grande sensibilité aux jassides. Il avait donc été décidé lors du projet Lomaco, que le Cirad s'engagerait dans un programme de rétrocroisements entre CA 324, F 135 et CA 235 (qui intéressait particulièrement le Cirad) et des variétés pileuses (Remu 40 et SRT 1 d'Inde dont la pilosité est particulièrement élevée) pour améliorer la pilosité des variétés de départ. Ce programme de rétrocroisement était réalisé avec 2 générations par an entre Montepuez et la Thaïlande puis s'est

poursuivi au Cameroun jusqu'au niveau BC4 lorsque le projet Lomaco s'est terminé et après mon départ de Thaïlande.

Chaque génération étant croisée par la variété peu pileuse, les plants obtenus sont hétérozygotes et la descendance donne donc à la fois des plants pileux et des plants non pileux. Pour éviter de créer une variété hétérogène, avec le risque de revenir à la variété de départ peu pileuse après plusieurs générations de multiplication, il est nécessaire de conduire 3 générations d'autofécondation pour éliminer définitivement les allèles non pileux (voir Figure 1). Lors des 2 premières générations d'autofécondation, chaque plant pileux est récolté séparément pour tester sa conformité pour les caractères agronomiques et technologiques avec ceux des variétés de départ. Un plant autofécondé donne une ligne à la génération suivante qui sera autofécondée. Et le même schéma est reconduit une deuxième année. A la troisième génération d'autofécondation, seules les lignes homogènes pileuses et conformes aux variétés de départ seront retenues et mélangées pour constituer le nucleus pour la multiplication de semences. Ensuite, les multiplications seront conduites comme pour toute variété sans aucune contrainte supplémentaire et des tests variétaux seront réalisés.

En janvier 2008, les semences des six rétrocroisements ont été semées dans deux sites, à Namialo en pluvial dans la Province de Nampula par l'IAM et à Chókwè en irrigué dans la Province de Gaza par l'Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG).

Nous avons expliqué le protocole envoyé (voir annexe 1) et les étapes du processus de purification qui devrait se terminer en 2010, suivi d'essais variétaux en 2011. Lors de la World Cotton Research Conference 4 à Lubbock (USA) il avait été proposé que les variétés résultantes de ce travail soient copropriété du Cirad, de l'IAM, de l'IAM et de l'ISPG et quelles soient protégées (au moins au Mozambique dans un premier temps).

Après discussion avec les protagonistes l'idée de faire deux générations par an grâce aux possibilités d'irrigation du site de Chókwè a été abandonnée car les analyses de fibre pour le contrôle de conformité demandent un certain temps. Ces analyses pour des raisons pratiques seront réalisées dans un laboratoire en Afrique du Sud en 2008 puis sur une CMI de l'IAM les années suivantes si les chaînes sont fonctionnelles.

Le principal problème du site de Chókwè est qu'il se trouve à 20 km de l'ISPG ce qui ne facilite pas le passage sur le terrain du responsable de la purification. Enfin, l'IAM fournira une petite égreneuse à l'ISPG qui n'en possède pas pour l'égrenage des plantes.

P allèle de forte pilosité dominant, **p** allèle de faible pilosité

Ca 324 peu pileux **pp** * Srt 1 ou Remu 40 très pileux **PP**

↓
F1 100% hétérozygote pour tous les gènes et pour la pilosité **Pp** * Ca 324 **pp**

↓
BC1 50% hétérozygote et pour la pilosité : $\frac{1}{2}$ homozygote **pp** peu pileux éliminé et $\frac{1}{2}$ hétérozygote **Pp** * Ca 324 **pp**

↓
BC2 25% hétérozygote et pour la pilosité : $\frac{1}{2}$ homozygote **pp** peu pileux éliminé et $\frac{1}{2}$ hétérozygote **Pp** * Ca 324 **pp**

↓
BC3 12,5% hétérozygote et pour la pilosité : $\frac{1}{2}$ homozygote **pp** peu pileux éliminé et $\frac{1}{2}$ hétérozygote **Pp** * Ca 324 **pp**

↓
BC4 6% hétérozygote et pour la pilosité : $\frac{1}{2}$ homozygote **pp** peu pileux éliminé et $\frac{1}{2}$ hétérozygote **Pp**

↓ Autofécondation 1

$\frac{1}{4}$ **PP** très pileux, $\frac{1}{2}$ **Pp** pileux et $\frac{1}{4}$ **pp** peu pileux éliminé
récolte plantes individuellement + test de conformité (%F, SI, qualité fibre...)

↓ semis 1 plante = 1 ligne

↓ Autofécondation 2

$\frac{1}{2}$ **PP** très pileux, $\frac{1}{3}$ **Pp** pileux et $\frac{1}{6}$ **pp** peu pileux éliminé
récolte plantes individuellement + test de conformité (%F, SI, qualité fibre...)

↓ semis 1 plante = 1 ligne

↓ Autofécondation 3

les plants **Pp** donnent des lignes avec des plants pileux et des plants non pileux et les lignes entières sont éliminées

les plants **PP** ne donnent que des plants pileux et les lignes sont conservées et analysées ligne par ligne pour le % fibre, seed-index et la qualité de la fibre

↓
multiplication des lignes homogènes pileuses

Figure 1 : schéma de purification du caractère pilosité foliaire dans les rétrocroisements

3. LE MONTAGE D'UN PROJET D'APPUI À LA RECHERCHE COTONNIÈRE MOZAMBICAINE

Un plan d'actions stratégiques pour le développement du secteur cotonnier (Plano de Acção Estratégico para Desenvolvimento do Algodão, PAEDA) en 10 points a été développé par l'IAM et approuvé par le gouvernement. Il inclut :

1. Recherches sur le système de production à base coton;
2. Plan de multiplication de semences de cotonnier;
3. Appui aux Entreprises cotonnières;
4. Appui aux Associations de Producteurs;
5. Modernisation du système de classification de la fibre et laboratoires;
6. Améliorations du système de concessions;
7. Mécanismes de fixation du prix minimal d'achat du coton-graine;
8. Système d'information;
9. Panorama du coton sur le marché international;
10. Développement institutionnel de l'IAM.

Le projet à monter en 2008 et dans lequel le Cirad serait impliqué concerne les points 1 à 4. Le point 5 qui pourrait concerner le laboratoire de technologie de l'UR SCA est déjà en cours de réalisation puisque trois CMI's sont attendus pour juin. Les locaux conditionnés ne sont pas encore prêts. Le Cirad pourrait probablement jouer un rôle dans la formation du personnel de ces laboratoires et la mise aux normes internationales, la réalisation de round tests...

J. Sigrist, président de l'association des entreprises cotonnières a demandé d'inclure les entreprises dans le projet puisqu'elles sont les utilisatrices des résultats de la recherche, qu'elles financent souvent, sans obtenir de résultats probants.

En ce qui concerne les aspects amélioration variétale et multiplication de semences, il a été proposé que le Cirad apporte un appui sur trois points :

- Initiation d'un programme de création variétale par l'IAM et l'ISPG avec croisements, sélection généalogique, tests variétaux et multiplication de semences des générations G_0 et G_1 . Les autres générations de semences de pré-base pourraient être multipliées dans la région de Chókwè par une entreprise qui possède l'irrigation. Le Cirad fournirait des semences de ses ressources génétiques pour initier ce programme et recréer une collection à l'IAM dont les variétés sont mélangées.
- Formation diplômante des sélectionneurs coton par le Cirad en France (ou au Brésil pour un problème de langue) pour la partie théorique

(génétique, marqueurs moléculaires, OGM, ressources génétiques, législation, statistiques, législation, protection, DHS, technologie de la fibre, du fil et de la graine...) et au Mozambique lors des missions en cours de campagne pour la partie terrain. L'IAM devra identifier un chercheur dédié uniquement au programme coton, le sélectionneur actuel s'occupant de plusieurs plantes.

- Développement d'un programme performant de multiplication de semences pures et de bonne qualité germinative avec la formation des chercheurs mais aussi des entreprises cotonnières qui multiplient les dernières générations de semences.

Enfin, l'ISPG a demandé si le Cirad pouvait aider à purifier Remu 40. Nous avons signalé que ce travail avait déjà été réalisé lors du projet Lomaco-Montepuez avec la création, après deux années de travail, de Remu 99 qui, sur de nombreux caractères s'était révélée supérieure à Remu 40 en essais. J'en ai profité pour demander si Plexus avait gardé des semences de Remu 99. L'IAM a répondu que Plexus ne souhaitant pas garder un volet recherche, a remis tout le matériel, végétal comme technique (égreneuses....) à l'IAM. Les chercheurs actuels de l'IAM ne semblent pas connaître la Remu 99 et il a été envisagé qu'il y a eu confusion entre Remu 40 et Remu 99 et que cette dernière variété est probablement perdue.

CONCLUSION

Le CIRAD possède une excellente réputation au Mozambique grâce en grande partie aux variétés du Cirad cultivées, à la réussite du projet pluridisciplinaire Lomaco-Montepuez et aux excellentes études réalisées en agro-économie.

Des variétés ont été identifiées et données par le Cirad à l'issue du projet Montepuez. Ces variétés couvrent aujourd'hui la majeure partie de la zone cotonnière. Le Cirad s'était engagé également à réaliser un programme de rétrocroisements pour augmenter la pilosité foliaire des variétés Cirad et ainsi améliorer la résistance de ces variétés aux jassides. Ce travail initié à la fin des années 1990 est en voie d'achèvement.

L'IAM, l'IAM et l'ISPG demandent un appui au Cirad pour la relance de la recherche mozambicaine sur le système de culture à base coton dans les domaines de la génétique y compris la biotechnologie, la protection des cultures, l'agronomie systémique, la technologie et surtout l'agro-économie.

Lors de la réunion de synthèse à Maputo, les partenaires mozambicains ont demandé aux chercheurs coton du Cirad des différentes disciplines d'envoyer rapidement aux partenaires mozambicains une concept-note de 4 à 5 pages en anglais sous la possible coordination de Michel Fok. Cette note décrira les objectifs du futur projet et le rôle des différents partenaires et sera relue et complétée par les trois partenaires mozambicains. L'objectif est de présenter la note à un séminaire de lancement du programme de l'UE avec les pays ACP sur le coton en juin 2008 en Tanzanie. En effet, selon IAM, l'UE par l'intermédiaire de son secrétariat ACP (All ACP Agricultural Commodities Programme – 9 ACP RPR64) a prévu de financer des projets de développement du cotonnier à hauteur de 15 millions d'euros pour l'ensemble de l'Afrique, avec les deux composantes recherche et développement. L'IAM voudrait profiter de la réunion de Tanzanie pour mettre le projet commun avec le Cirad dans le « Pipe ».

ANNEXE 1 : protocole de finalisation de la création des variétés pileuses

**Protocol for self pollination and seed multiplication of breeding material
improved for hairiness
Mozambique 2008 to 2010**

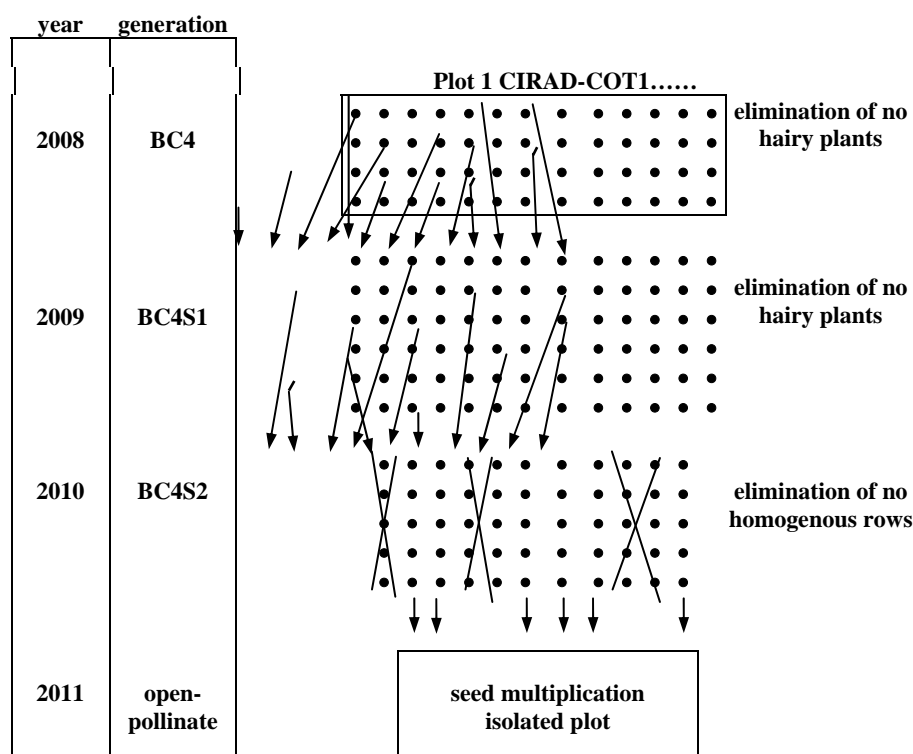
Objective: the genetic materials being supplied have resulted from crossing between African cultivars and hairiness donor cultivars. Four generations of back-crossing have been operated since then. The objective of the “action” to undergo in Mozambique is to achieve sufficient level of purity and stability of the new cultivars which will result.

Material: 6 backcrosses CIRAD-COT-1 to CIRAD-COT-6.

Methods:

The new varieties improved for leave hairiness will be obtained in 3 steps (see scheme below):

- 1. in the first season (2008) individual plants will be self-pollinate and selected for leave hairiness. All the plants will be harvested individually.
- 2. in the second season (2009), every selected plant in 2008 will be sown in one row. Only the hairy plants will be selected and self-pollinate in every row. All the plants will be harvested individually.
3. in the third season (2010), every selected plant in 2009 will be sown in one row. Only the rows homogenous for hairiness will be selected and self-pollinate.



For the year 2008:

- Plots:**
- 6 plots (one per backcross) with 10 rows per plot
 - 20 meters per row
 - spacing : 1 meter between rows and 0.5 meter between plants on the row
 - One plant per seed hole.

Plot1: CIRAD-COT1 rows 1 to 6

Plot2: CIRAD-COT2 rows 7 to 12

Plot3: CIRAD-COT3 rows 13 to 18

Plot4: CIRAD-COT4 rows 19 to 24

Plot5: CIRAD-COT5 rows 25 to 30

Plot6: CIRAD-COT6 rows 31 to 36

Plot7: 1 row of F135

Plot8: 1 row of CA235

Plot9: 1 row of CA 324

Observations:

- Self fertilize all the plants starting with the first flowers. To self pollinate the flowers, use glue on the top of the flowers the day before opening and mark the flower putting a colour thread at the base of the flowers.



- eliminate all the plants with low leaves hairiness.
- all the plants will receive a number : “CIRAD-COT-“number1to6” + number of row and number of the plant in the row (for example: CIRAD-COT-1– 3 – 12 for the 12th plant of the 3rd row of the first plot CIRAD-COT-1)
- harvest only the self-pollinated bolls on all the plants individually (plant per plant) in separate bags.
- gin all the plants individually and send the fibre to the CIRAD’ fibre laboratory in Montpellier for technological analysis with HVI. Keep the seeds individually in the bags.
- do the same for the plots 7 to 9: harvest row per row, gin all the production row per row and send 100 grams of fibre to CIRAD in Montpellier for every plot (row).

At least select 200 plants per plot n°1 to 6 (1200 plants total).

Missions from CIRAD:

It will be necessary to allow 1 or 2 missions of a cotton breeder of CIRAD at the beginning of flowering and just before harvesting.